

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-130044

(43)公開日 平成5年(1993)5月25日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 10/16				
G 0 2 F 1/35	5 0 1	7246-2K 8426-5K	H 0 4 B 9/ 00	J

審査請求 未請求 請求項の数22(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-74185

(22)出願日 平成4年(1992)3月30日

(31)優先権主張番号 MI 9 1 A 0 0 0 8 6 4

(32)優先日 1991年3月29日

(33)優先権主張国 イタリア(IT)

(71)出願人 591024100

ピレリー・カビ・ソチエタ・ベル・アツイ
オーニ

PIRELLI CAVI SOCIET
A PER AZIONI

イタリア共和国 20123 ミラノ、ピアッ
ツアレ・カドルナ 5

(72)発明者 ジョルジョ・グラツソ

イタリア共和国ミラノ、20052 モンツァ、
ヴィア・カネシ 8

(74)代理人 弁理士 湯浅 恭三 (外6名)

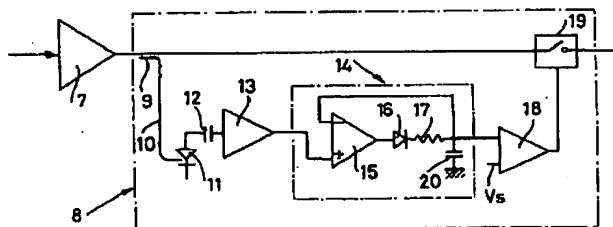
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光増幅器に対する保護装置を備えた光ファイバ通信回線

(57)【要約】 (修正有)

【目的】受信した光信号が存在しない時送信機を遮断する自動保護装置により作用的に結合される受信機を提供する。

【構成】2つの端末ステーションと、少なくとも1つの光増幅器を含み光ファイバ回線と保護装置8とを含む回線において、光増幅器の少なくとも1つは、その出力における光信号の存在を検出する手段11の下流側に配置された光エネルギーを遮断する手段19を含み、自動装置の介入により回線全体の光エネルギーの遮断を決定する。検出手段11とは、増幅器からの出力における信号をその交番成分のみに制限するフィルタ手段12と、そのピーク値を検出する手段14と、ピーク値を予め定めた閾値と比較する手段18とが関連しており、比較手段は、検出手段が信号が実質的に存在しないことを検出する時、遮断手段を操作して増幅器からの信号の送信を遮断する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信光信号が存在しない状態において送信機（T1、T2）を遮断するのに適する自動保護装置（51、52）により作用的に接続される光信号送信機（T1、T2）および受信機（R1、R2）を各々が備えた2つの端末ステーション（1、2）と、1つのステーションの送信機を他のステーションの受信機に接続し、かつ少なくとも1つの光増幅器（5、6、7）を含む光ファイバ回線（3、4）とを含む光ファイバ通信回線において、

前記光増幅器の少なくとも1つが、増幅器からの出力における光信号の存在を検出する手段（11）と、該検出手段（11）の下流側に配置された光の放出を遮断する作用的に関連する手段（19）とを含む保護装置（8）を有し、下流側の放出の遮断が、端末ステーションの保護のため前記自動装置（51、52）の介入により回線全体における放出の遮断を決定することを特徴とする光ファイバ通信回線。

【請求項2】 前記増幅器からの出力における光信号の存在を検出する前記手段（11）が、増幅器からすぐ下流側に介挿され、増幅器からの出力における光エネルギーの一部が結合される分路された光導波路（10）を含む光結合器（9）を含み、前記分路された光導波路（10）に関する信号の存在を認識する手段を含み、該認識手段はまた前記遮断手段（19）を作動させる手段（18）とも結合されることを特徴とする請求項1記載の光ファイバ通信回線。

【請求項3】 前記光結合器（9）がヒューズ・ファイバ光結合器であることを特徴とする請求項2記載の光ファイバ通信回線。

【請求項4】 前記光結合器（9）が、前記分路された光導波路（10）において、前記増幅器からの出力における光エネルギーの値1：1乃至1：20の範囲の増幅器からの出力における光エネルギーの一部を結合することを特徴とする請求項2記載の光ファイバ通信回線。

【請求項5】 前記分路された光導波路（10）に関して信号の存在を認識する前記手段（11）が、該分路された光導波路（10）における光エネルギーに対応する電気エネルギーに変換する部材（11）と、出力信号の連続成分をフィルタする手段（12）と、前記光放出の前記遮断手段（19）と関連する信号の交番成分のみが送出される検出する（14）及び比較する（18）手段とを含むことを特徴とする請求項2記載の光ファイバ通信回線。

【請求項6】 保護装置を備えた光ファイバ通信回線に対するアクティブ・ファイバ増幅器において、保護装置（8）が、検出手段（11）から下流側に配置された光エネルギーを遮断する手段（19）と作用的に関連する、増幅器からの出力における光信号の存在を検出する手段（11）を含むことを特徴とするアクティブ・

ファイバ光増幅器。

【請求項7】 前記増幅器からの出力における光信号の存在を検出する前記手段（11）が、出力における前記信号をその交番成分のみに制限するフィルタ手段（12、42～44）を含むことを特徴とする請求項6記載の保護装置を備えた光増幅器。

【請求項8】 前記増幅器からの出力における光信号の存在を検出する前記手段（11）が、該増幅器からすぐ下流側に介挿された、増幅器からの出力における光エネルギーの一部が結合される分路された光導波路（10）を有する光結合器（9）と、前記分路された光導波路（10）と関連して信号の存在を認識する手段（11）と、該認識手段（11）と関連して前記遮断手段（19）を操作する制御手段（18）とを含むことを特徴とする請求項6記載の保護装置を備えた光増幅器。

【請求項9】 信号の存在を検出する前記手段（11）が、前記分路された光導波路（10）における光エネルギーに対応する電気エネルギーに変換する部材（11）と、出力における信号の連続成分をフィルタする手段（12、42～44）と、光エネルギーの前記遮断手段19と関連した検出する（14）及び比較する（18）手段とを含むことを特徴とする請求項6記載の保護装置を備えた光増幅器。

【請求項10】 前記出力における信号の連続成分をフィルタする手段（12、42～44）が、前記光エネルギーを電気エネルギーに変換する部材（11）と前記検出および比較手段（14、18）との間に介挿された少なくとも1つのコンデンサ（12）を含むことを特徴とする請求項9記載の保護装置を備えた光増幅器。

【請求項11】 前記電気エネルギーに変換する前記部材（11）が、前記分路された光導波路（10）の端部と接続されたフォトダイオードにより構成されることを特徴とする請求項9記載の保護装置を備えた光増幅器。

【請求項12】 前記検出および比較手段（14、18）が、前記交番成分のピークを検出するピーク検出手段（14）と、検出されたピーク値を予め定めた閾値と比較する手段（18）とを含むことを特徴とする請求項9記載の保護装置を備えた光増幅器。

【請求項13】 前記光エネルギーを電気エネルギーに変換する前記部材（11）と前記検出および比較手段（14、18）との間に、増幅回路（13）が介挿されることを特徴とする請求項9記載の保護装置を備えた光増幅器。

【請求項14】 前記増幅回路（13）の少なくとも1つの部分が、前記出力における信号の連続成分のフィルタ手段（12、42～44）から下流側にあることを特徴とする請求項13記載の保護装置を備えた光増幅器。

【請求項15】 前記増幅回路（13）が、2つ以上のカスケード段（31～34）であり、前記出力における信号の連続成分のフィルタ手段（12、42～44）

3

が、2つ以上の前記段(31~34)間に介挿された少なくとも1つのコンデンサ(42~44)により構成されることを特徴とする請求項13記載の保護装置を備えた光増幅器。

【請求項16】 前記増幅回路(13)が20乃至200KHzの帯域を使用することを特徴とする請求項13記載の保護装置を備えた光増幅器。

【請求項17】 前記ピーク値検出手段(14)が、出力側にダイオード(16)と抵抗(20)とコンデンサ(17)を接地させた逆接続演算増幅器(15)を含むことを特徴とする請求項13記載の保護装置を備えた光増幅器。

【請求項18】 端末ステーション(1、2)の受信機(R1、R2)のすぐ上流側に配置された光前置増幅器であることを特徴とする請求項13記載の保護装置を備えた光増幅器。

【請求項19】 1つ以上の蛍光ドーパントを含むアクティブ・ファイバ光増幅器であることを特徴とする請求項13記載の保護装置を備えた光増幅器。

【請求項20】 光ファイバ通信回線に対する光増幅器、特に光前置増幅器に対する保護装置において、増幅器からの出力における光信号の存在を検出する手段(11)と、出力における前記光信号をその交番成分のみに制限するフィルタ装置(12、42~44)と、該交番成分のピーク値を検出する手段(14)と、検出されたピーク値を予め定めた閾値と比較する手段(18)と、該比較手段(18)により操作されて、前記検出手段(11)が出力に信号が実質的に存在しないことを検出する時、前記前置増幅器からの出力における前記信号の送信を遮断する遮断手段(19)とを含むことを特徴とする保護装置。

【請求項21】 前記検出手段(11)が、光結合器(9)により前記増幅器の出力に結合された分路された光導波路(10)の出力に配置されたフォトダイオード(11)により構成されることを特徴とする請求項20記載の保護装置。

【請求項22】 前記フィルタ手段(12、42~44)が、前記フォトダイオード(11)と増幅器(13)との間に介挿された少なくとも1つのコンデンサにより構成されることを特徴とする請求項21記載の保護装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光増幅器に対する保護装置を備えた光ファイバ通信回線に関する。

【0002】

【従来の技術】 各々が二方向性通信を許容するのに適した送信機と受信機とが設けられた光ファイバを用いて2つの端末ステーションを接続する通信回線は公知である。

4

【0003】 特に、各ステーションは、反対のステーションを宛て先とする光ファイバ回線上に光信号を伝達する送信機と、他のステーションから着信する光信号を検出してこれをユーザに送るのに適した受信機とを含む。

【0004】 端末ステーションが相互に非常に離れている場合、幾つかの増幅装置(例えば、回線の入力付近における電力増幅器、1つ以上の回線増幅器、および回線の端部における受信機の直前の前置増幅器)が回線に沿って介挿され、この増幅装置が信号自体が経路に沿って受ける減衰を補償するように信号の電力を増幅する。

【0005】 このような増幅装置は、信号を光から電気に変換し、これを電気的形態で増幅して高電力の光信号に再変換して再び回線に戻すいわゆるリピータにより構成され、あるいは光形態の信号を受取りその光形態を維持しながら増幅を行う光増幅器である。

【0006】 このような光増幅器の一例はアクティブ状態ファイバの光増幅器で構成され、蛍光物質を含むファイバが増幅されるべき光信号を受取って光エネルギーを異なる波長でポンピングし、これが蛍光物質における伝達される光信号とコヒーレントな誘導放出を決定し、これが増幅される。

【0007】 上記のタイプの増幅器は、例えば、1990年10月15日出願のヨーロッパ特許出願第90202736.6号に記載されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 光ファイバ通信回線に固有の問題は、回線を補修あるいは保守を行う要員の保護に関する。

【0009】 例えば断線が生じた回線のファイバにおける介入の場合、ファイバにおける光の放出は偶発的に保守要員の眼に入るおそれがあり、結果として要員の眼に障害を生じるため、光の放出を止める必要がある。

【0010】 この観点から、ISPT規格(Upper Institute of Posts and Telecommunications)の技術仕様第919号(1989年1月版、135~144頁)は、交換装置あるいは回線装置の側の信号の一方向の送信における不受信の場合、反対方向に動作する送信機は遮断されねばならないと規定している。これは更に、上流側のステーションにおける送信機の遮断を定め、遮断された回線における光の放出を排除する。

【0011】 上記の状態で作動する装置は、文献「SIEMENS TELECOMUNICAZIONI」(Doc. 612-802/56-TM/I、第1版、1989年10月)に記載されている。

【0012】 増幅器から上流側の光ファイバが遮断される場合に増幅器自体を遮断する状態にある各保護装置を備えた1つ以上の増幅器を提供することにより、アクティブ状態ファイバの光増幅器を備えた光ファイバ送信機回線を安全な状態に置いて自動的に回復できることが出

願人により発見された。

【0013】更に、上記の保護装置は、増幅器に対する入力側の光エネルギーの存在を検出する装置と、増幅器に対する入力に光エネルギーが存在しない時、前記光増幅器の側の光エネルギーの放出を実質的に遮断するため前記検出装置により操作される増幅器の遮断を行う関連装置とを含んでいる。

【0014】このように、光増幅器から上流側において光ファイバの遮断が生じた結果これに対する入力側の光エネルギーが存在しなくなる毎に、上記の検出装置および関連する制御装置により増幅器の遮断を決定し、これにより作動を停止させ、なканずく出力側の光エネルギーの放出を停止する。

【0015】出力における光エネルギーのこのような遮断は、直接あるいは更に別の増幅器に存在する同様な装置を介して戻り回線で作動する送信機を消勢するため伝統的な形式の装置が存在する端末ステーションまで送出され、次いで伝統的な形式の同様な保護装置が送信側の送信機を消勢して回線全体を安全な状態に置く端末ステーションへ戻される。

【0016】一方、入力側の光エネルギーが前記検出装置の閾値レベル以上に戻ると直ちに、このような保護装置が設けられた各光増幅器が再び作動状態になるように構成されるため、この回線の機能は、端末ステーションの1つの送信機を再び投入することにより、遮断が修復された後自動的に回復される。

【0017】出願人はまた、上記の保護装置が多数の回線タイプおよび電力増幅器に適するが、ある場合には別の問題があることを発見した。

【0018】特に、入力における光信号の電力が特に低い端末回線ステーションのすぐ上流側で使用されるいわゆる「前置増幅器」の如き回線に沿ったある位置で 사용되는増幅器が存在する。

【0019】このような場合、アクティブなファイバの同時の放出の現象が入力における信号のないことの認識を妨げ得る可能性を避けると同時に、安全装置の導入による増幅器の上流側の信号の減衰を最小限に抑える必要が強調されてきた。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、受信された光信号が存在しない時前記送信機を遮断するのに適する自動保護装置により作用的に接続される光信号送信機と受信機を各々が有する2つの端末ステーションと、1つのステーションの送信機を他のステーションの受信機に接続し、かつ少なくとも1つの光増幅器を含む各光ファイバ回線とを含む光ファイバ通信回線であって、前記光増幅器の少なくとも1つが、前記検出装置の下流側に位置する光の放出を遮断する装置と作用的に関連する増幅器からの出力における光信号の存在を検出する装置を有し、下流側の放出の遮断が、端末ステーションの保

護のための前記保護装置の介入により回線全体に沿う放出の遮断を決定することを特徴とする光ファイバ通信回線がこのように達成される。

【0021】望ましい実施態様によれば、少なくとも1つの光増幅器と関連する前記保護装置はまた、増幅器からの出力における光信号を制限してその変分を調整するフィルタ装置を含む。

【0022】このように、増幅器の保護装置は、既に述べたように、増幅器自体からの出力における信号の変分のみに関して作動する。このため、入力に光信号が存在しない時送信された光信号の存在と増幅器の同時の放出による連続信号の存在との間に弁別を可能にし、これによりステーションの保護装置の非介入を避ける。

【0023】最後に、増幅器からの出力における信号に関して作動することにより、増幅器から上流側の光信号の望ましくない減衰が回避されることを考慮すべきである。本発明の上記および他の特徴については、添付図面に純粹に限定しない事例として示される実施例の以降の詳細な記述により明らかになるであろう。

20 【0024】

【実施例】図1において、一般に光ファイバ通信回線は2つの端末ステーション1および2を含み、その各々が送信機と受信機T1、R1およびT2、R2をそれぞれ含む。

【0025】端末ステーション1の送信機T1は、1つの方向(1から2)に作動し得る第1の光ファイバ回線3を介してステーション2の受信機R2と接続され、ステーション2の送信機T2は、反対の方向(2から1)に作動するようにされた第2の光ファイバ回線4を介してステーション1の受信機R1と接続されている。

【0026】各回線3および4に沿って、望ましくはアクティブな光ファイバ増幅器により構成される幾つかの増幅器がある。

【0027】それらの間で、回線の必要に基いて、電力増幅器6が入力端子の付近に配置させ、幾つかの回線増幅器5を有することが可能である。

【0028】これらに加えて、光信号の電力を、例えば-5dBmと-15dBmの間で使用される受信機の感度に十分なレベルまで増幅するのに適する出力端子の付近に配置された前置増幅器7を使用することが便利である。

【0029】ステーション1および2は、回線上の受信機に対する入力に信号が存在しない時反対の回線上で動作する送信機の遮断を生じる伝統的な形式の自動保護装置51、52が設けられている。

【0030】本発明によれば、図2に示されるように、1つ以上の上記の増幅器、特に前置増幅器7とは、この前置増幅器からの出力に配置された分路された光導波路10を持つ例えば光ファイバ・タイプ結合器9と、光フォトダイオード検出器11と、検出された信号の連続成

7

分の除去のためのコンデンサ12と、増幅器13と、ピーク検出器14と、基準閾値 V_s を持つコンパレータ18と、ピーク検出器14が前置増幅器からの出力における光信号が閾値 V_s より小さなピーク値を持つ変分を有することを検出する毎にコンパレータ18が開かせる光スイッチ19とからなる保護装置8が関連させられる。

【0031】前記ピーク検出器は、例えば、その出力がダイオード16および抵抗20を介してコンパレータ18と接続される逆接続演算増幅器15により構成され、コンデンサ17により接地されている。

【0032】一例として、前記前置増幅器の光入力信号は、 -35dBm 乃至 -45dBm の範囲のレベルを持つことができ、またこの前置増幅器は、例えば 30dBm の利得を生じることができ、これにより光信号を -5dBm 乃至 -15dBm の範囲のレベルに増幅する。

【0033】前置増幅器の自然放出は、例えば -10dBm の程度の連続的なレベルを持ち、これにより増幅された信号の平均電力と対比し得る。

【0034】1/10タイプの市販される結合器9を用いると、この結合器は増幅された光信号の1/10を要し、送信に関する限り、実施上は無視し得る略々0.5 dBmの回線の光出力までの経路における損失を生じて、フォトダイオード11に -15dBm 乃至 -25dBm の範囲のレベルの信号に -20dBm に等しいレベルの自然放出を与える。

【0035】結合器9に要される光信号は、フォトダイオード11により対応する電気信号に変換され、これからコンデンサ12が連続成分を取出し、これはその後増幅器13により増幅される。

【0036】この連続成分の取出しは、その変分は適当に低いレベルを有するが、保護装置が実質的な変分を含む送信光信号と高いレベルの連続成分を持つ自然放出との間を弁別することを可能にする。

【0037】図3から判るように、連続成分 F_1 ($f=0$) からなる送信光信号が存在する時光前置増幅器からの出力における典型的な周波数スペクトルは、 F_2 周波数 ($f=f_c$) で示した成分、および送信情報を含む実質的に連続的なスペクトル F_3 における増幅器の自然放出即ちノイズと関連している。

【0038】図4には、信号が存在しない時の前置増幅器からの出力における周波数スペクトルを示し、このスペクトルは、送信光信号のそれと略々等しい高い強さを持つ増幅器の自然放出と関連した連続成分 F_1 と、この信号のそれよりかなり低いレベルを持つほとんど平坦な(空の)「ノイズ」スペクトル F_4 とを含む。

【0039】このため、増幅器の放出の連続成分の除去は、 F_2 または F_3 の放出レベルと、 F_4 放出、即ち、前のものよりかなり低い、例えば(先に述べた典型的な電力値を持つ) F_2 または F_3 のレベルの10分の1より少なくとも低い値を持つ信号が存在しない時のノイズ

8

のレベルとの間の比較を行うことを可能し、これによりこれから容易に弁別することができる。

【0040】増幅器13は、信号のスペクトルの制約帯域のみを増幅する。例えば、 565Mb/s で送信された光信号の場合、 20 乃至 200kHz の周波数帯域を使用することが好都合であることが判った。

【0041】コンデンサ12によりフィルタされる信号は、例えば、1ボルト付近のレベルまで増幅器13により増幅され、次いでピーク検出器14の入力に跨って加えられ、この検出器の出力は、例えば、自然放出が存在する場合に 200mV から、例え低いレベル (-45dB) でも送信された光信号が存在する場合に少なくとも僅かに 600mV まで変化する連続信号レベルである。

【0042】レベルにおけるこのような差は、1つの方向または他の方向においてコンパレータ18のトリガ動作を決定し、その介入閾値は例えば 400mV 付近に置くことができる。

【0043】信号が存在しないことを認識すると、コンパレータ18は、例えばJDS Optics社製の「スイッチ・モジュール11」により構成される光スイッチ19を開く。

【0044】これにより、入力信号が存在しない時前置増幅器からの出力における光信号を遮断する機能がこのように行われ、前置増幅器における光放出下流側の遮断による光通信の安全を保証する。

【0045】入力信号が存在しない時前置増幅器から上流側の回線3上の通信の遮断の場合に、例えば R_2 の下流側のステーションの受信機は、伝統的な方法で反対方向に作動するこれと関連する送信機 T_2 の送信を遮断して、これにより検出された異常が回線4を介してステーション1に達することに関する情報を生じる。

【0046】次に、ステーション1は、再び伝統的な方法で、関連する送信機 T_1 の送信を遮断することにより、異常が発生した回線3を安全な条件(光放出がない状態)に置く。

【0047】他の回線5または電力増幅器6の存在する場合は、全体として回線の安全は、入力信号がない場合は、これらは出力で即ち下流側で自然放出またはノイズを危険なレベルで放出しない。

【0048】結合器9が前置増幅器自体の上流側の回線に介挿された場合の如く、前置増幅器の上流側の光の損失を生じることなく、上記の装置により前置増幅器における光学的な安全が達成される。

【0049】実際に、例え非常に制限された損失、例えば前置増幅器に達する光出力の1/10または1/20を生じたとしても、前置増幅器の上流側の結合器の介挿は非常に低いレベルに信号を透減し、前置増幅器からの出力における信号対ノイズ比が受入れ得ようになる。

【0050】一方、例え典型的には前置増幅器に対する入力側に非常に低いレベルの信号が存在しても、回線に

おける信号の存否を検出し、このためあり得る異常または遮断を検出することが可能であり、下流方向の前置増幅器の放出を遮断することにより回線を安全条件に置くことができることが判った。

【0051】回線が再び励起されようとする時、一方ステーションの送信が回復すると、アクティブ状態を維持した光前置増幅器は、例え遮断された放出でも、受信光信号を受信って増幅し、このように保護装置がその存在を検出しても、これに基いて光スイッチ19が直ちに再び閉路され、受信機に対する送信は局所的な操作を必要とせず回復される。

【0052】図5には、図2のコンデンサ12と相当する関連したフィルタ装置を持つ増幅器13の望ましい実施例が示される。

【0053】上記の増幅器は、例えば、各反転入力に各出力を接続する各フィードバック抵抗35～38が設けられた演算増幅器のカスケード段31～34により構成される。演算増幅器31は、反転入力フォトダイオード11とこのフォトダイオードとグラウンドとの間に介挿された抵抗40との間の中間ノード39と接続されるが、他の演算増幅器32～34は反転入力直接接地されている。演算増幅器31の反転入力は、抵抗41を介して接地されるが、演算増幅器32～34の非反転入力はそれぞれ一連のコンデンサ42～44を介して演算増幅器31～33および抵抗45～47の出力に接続されている。コンデンサ42～44は、図2に12で示されるフィルタ装置を構成する。

【0054】一例として、フィードバック抵抗35～38が100KΩであり、抵抗40、41および45～47が10KΩであり、コンデンサ42～44が100nFであり、また最後に全ての演算増幅器が10に設定された同じ利得を持つと仮定しよう。

【0055】このように、図5の増幅器の利得×帯域幅の積は略々3MHzであり、帯域の上限は各段に対してカスケード状の4段より僅かに小さい略々300KHzである。

【0056】遮断周波数は、式 $f_1 = 1 / 2\pi RC$ により与えられる。但し、Rは10KΩ、Cは100nFであり、従ってf1は各段毎に略々160Hzに等しく、カスケード上の3段に対しては僅かに大きい。

【0057】図面に示されたものは、明らかに本発明のあり得る種々の実施例の1つに過ぎない。

【0058】また、本発明は、望ましい用途の実施態様を見出すアクティブなファイバ・タイプの光増幅器に関して記述したが、同様な要件および特性を持つどんな形式の光増幅器に対しても応用できることも理解しなければならない。

【図面の簡単な説明】

【図1】光ファイバ通信回線を示す全体図である。

【図2】上記の回線に含まれるアクティブ状態の光ファイバ前置増幅器を備えた本発明による保護装置の関連を示す図である。

【図3】あり得る送信光信号の周波数スペクトルを示すグラフである。

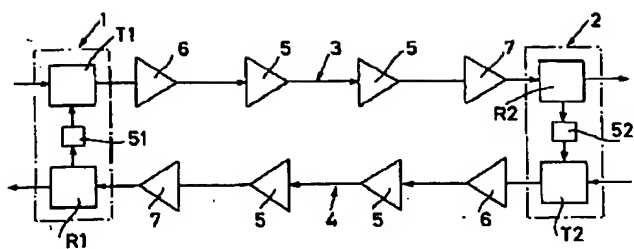
【図4】前置増幅器の自然放出の周波数スペクトルを示すグラフである。

【図5】本発明による保護装置の範囲内で使用することができるフィルタ・コンデンサを備えた電子増幅器の望ましい実施例を示す図である。

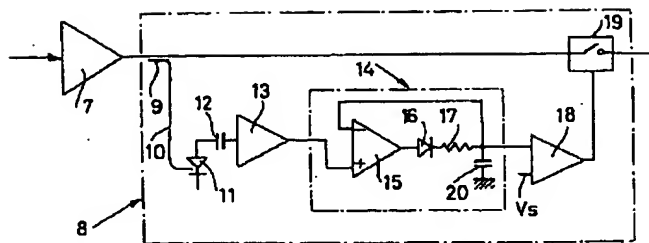
【符号の説明】

- 1 端末ステーション
- 2 端末ステーション
- 3 光ファイバ回線
- 4 光ファイバ回線
- 5 回線増幅器
- 6 電力増幅器
- 7 前置増幅器
- 8 保護装置
- 9 光ファイバ・タイプ結合器
- 10 光導波路
- 11 フォトダイオード光検出器
- 12 コンデンサ
- 13 増幅器
- 14 ピーク検出器
- 15 逆接続演算増幅器
- 16 ダイオード
- 17 コンデンサ
- 18 コンパレータ
- 19 光スイッチ
- 20 抵抗
- 31 演算増幅器
- 32 演算増幅器
- 33 演算増幅器
- 34 演算増幅器
- 35 フィードバック抵抗
- 36 フィードバック抵抗
- 37 フィードバック抵抗
- 38 フィードバック抵抗
- 40 抵抗
- 41 抵抗
- 42 コンデンサ
- 43 コンデンサ
- 44 コンデンサ
- 45 抵抗
- 46 抵抗
- 47 抵抗
- 51 自動保護装置
- 52 自動保護装置

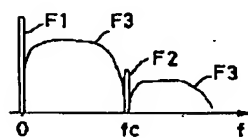
【図1】



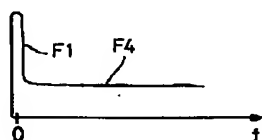
【図2】



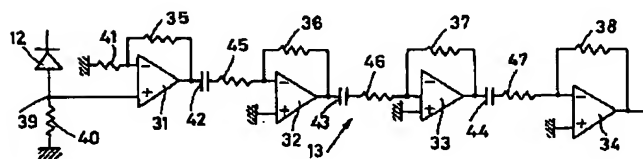
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 アルド・リゲッティ
イタリア共和国 20146 ミラノ, ヴイ
ア・トルストイ 49

(72)発明者 マリオ・タンブレツロ
イタリア共和国ミラノ, 20059 ヴイメル
カーテ, ヴイア・ブリアンツァ 3